# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 12 MARS 1945.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE CAULLERY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la production de ferments protéolytiques très actifs par le* B. subtilis, *cultivé dans des milieux à base de matières végétales. Conséquences.* Note de MM. **Gaston Ramon**, **Rémy Richou** et **Paul Ramon**.

Nous avons fait connaître ([1]) les résultats obtenus dans l'obtention de ferments microbiens tels que protéases et amylases, à partir de germes divers, bacille tétanique, *B. subtilis* par exemple, cultivés sur milieux préparés à l'aide de digestion papaïnique de viande de cheval.

Dans de nouveaux essais, nous avons examiné la production de ferments protéolytiques solubles, par différents microbes tels que les *Thyrothrix*, le *B. mesentericus*, le *B. subtilis* etc., mis en culture dans des milieux à base, non plus de produits animaux, mais de matières végétales. Nous nous bornerons à exposer ici nos recherches concernant le *B. subtilis*.

Après une première série d'investigations, au cours de laquelle nous nous sommes servis de bouillons de haricot, de bouillons de haricot et de soja etc., qui sont souvent utilisés pour de semblables cultures, nous nous sommes adressés aux milieux à base de son de blé, additionnés ou non de substances telles que la farine d'orge, l'orge maltée, le tapioca, l'extrait de malt, l'acétate de soude etc., qu'une expérience déjà longue nous avait révélés comme plus ou moins favorables à la production des toxines microbiennes ([2]), dont on connaît les analogies avec les ferments microbiens.

Nous avons ainsi établi un certain nombre de formules de milieux dont voici quelques-unes :

*a*. Simples décoctions de son (30 à $50^g$ par litre) filtrées sur papier, ajustées à pH 7,3, réparties en ballons à toxine d'une contenance de $2^l$ sous le volume de $1^l$ par ballon et additionnées ou non de farine d'orge ($20^g$ par litre), de levure

([1]) *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 268.

([2]) Voir, pour tous détails bibliographiques, G. Ramon, *Revue d'Immunologie*, 5, 1939, p. 385.

(4g par litre), d'extrait de malt desséché (6g), d'acétate de soude (8g). La stérilisation est effectuée à 115-120° pendant 45 minutes.

*b.* Dans des ballons à toxine de 2l, on ajoute pour 1l d'eau, soit 80g de son, soit 60g de son et 20g d'orge maltée. Puis on additionne ou non de farine d'Orge, de levure, d'extrait de malt, d'acétate de soude aux taux indiqués ci-dessus. Après un premier chauffage de 15 minutes à 100°, on ajuste à pH 7,3, puis on stérilise à 115-120° durant 45 minutes.

L'ensemencement est pratiqué au moyen d'une souche appropriée de *B. subtilis*.

Après dix jours d'exposition à l'étuve réglée à la température de 36°, on prélève, dans chaque ballon, des échantillons de liquide que l'on filtre séparément, sur bougie Chamberland $L_3$ ou $L_2$.

Comme test de l'activité diastasique des filtrats, nous avons utilisé leur pouvoir gélatinolytique, qui est évalué selon la technique que nous avons décrite dans des Notes antérieures (3) et qui consiste, rappelons-le, à déterminer quelle est la plus petite dose de filtrat capable d'amener, en l'espace de 4 heures à la température de 45°, la gélatinolyse de 1cm³ de gélatine (3g de gélatine pour 100cm³ d'eau physiologique). Cette dose représente l'unité gélatinolytique.

Nous avons résumé, en un tableau, les résultats de l'une de nos séries d'expériences :

*Activité des filtrats exprimée en unités gélatinolytiques par centimètre cube.*

| Composition des milieux. | |
|---|---|
| 1° Décoction de son (40 g/l) | 300 |
| 2° » » + levure + extrait malt | 300 |
| 3° » » + levure + extrait malt + acétate de soude | 300 |
| 4° Son (80 g/l) + levure | 5000 (4) |
| 5° » + levure + extrait malt | 10000 (4) |
| 6° » + levure + extrait malt + acétate de soude | 5000 (4) |
| 7° Son (60 g/l), Orge maltée (20g) + levure | 300 |
| 8° » » + levure + extrait malt | 300 |
| 9° » » + levure + extrait malt + acétate | 300 |

Il ressort des résultats de cette série d'expériences et d'autres semblables que certains des filtrats ainsi préparés sont particulièrement riches en protéase, puisqu'ils contiennent jusqu'à 10000 unités gélatinolytiques par cm³, alors que, d'après les essais que nous avons effectués précédemment, la valeur des filtrats

(3) Voir G. Ramon, *Comptes rendus*, 218, 1944, pp. 253-256; 219, 1944, p. 268.

(4) Les échantillons de liquide ont été filtrés sous un faible volume à travers des bougies de petit format sans le secours de la trompe à eau. La filtration dans ces conditions a été très lente et difficile. Il en résulte que le titre obtenu est certainement inférieur au titre réel, une certaine quantité du ferment ayant été adsorbée et retenue par la bougie.

issus de la même souche de *B. subtilis*, cultivée en bouillon de viande de cheval digérée par la papaïne, oscillait entre 20 et 100 unités gélatinolytiques par cm³ seulement.

L'intérêt des milieux de culture à base de matières végétales ([5]) permettant d'obtenir très économiquement, à partir de microorganismes saprophytes tels que le *B. subtilis*, des filtrats qui renferment des ferments solubles très actifs, s'accroît du fait que ces mêmes filtrats sont capables de manifester à l'égard d'autres germes, ceux-ci pathogènes, des propriétés antagonistes. Ces propriétés, qui peuvent s'exercer, soit contre les poisons élaborés par certaines bactéries, soit contre les bactéries elles-mêmes, avaient été décelées en premier lieu par Metchnikoff dès 1897, puis mises en évidence (*in vitro*) par Maurice Nicolle en 1907 ([6]).

Tout en cherchant à perfectionner nos milieux de culture pour obtenir des ferments plus actifs encore, nous nous livrons présentement à l'étude comparative des propriétés diastasiques d'une part, et antimicrobiennes (*in vitro* et *in vivo*) d'autre part, de la substance vraisemblablement complexe fournie par la culture, dans certaines conditions, du *B. subtilis*, substance que nous désignerons désormais sous le nom de *Subtiline* ([7]).

## COMMISSIONS.

Par l'unanimité des suffrages, MM. **Ch. Fabry**, **E. Esclangon**, **G. Julia**, pour la Division des Sciences mathématiques; **L. Blaringhem**, **L. Lapicque**, **A. Chevalier**, pour la Division des Sciences physiques, sont élus membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, dressera la liste de candidats à la place d'Associé étranger vacante par la mort de M. *Vito Volterra*.

---

([5]) Ces mêmes milieux, avec quelques modifications de détail, conviennent également pour la culture du *Penicillium notatum*.

([6]) Dans des essais effectués il y a une quinzaine d'années avec Chr. Zoeller et portant sur l'influence des agents biologiques sur les toxines, nous avions constaté que, sous l'effet de la végétation du *B. subtilis*, le pouvoir toxique et le pouvoir floculant de la toxine tétanique diminuent graduellement et parallèlement et finissent par disparaître totalement si la souche du *B. subtilis* est suffisamment active.

([7]) Signalons dès maintenant que la *Subtiline*, que renferment nos filtrats les plus actifs, fait preuve *in vitro* de propriétés bactériostatiques, bactéricides et même bactériolytiques plus ou moins grandes à l'égard du bacille diphtérique, du bacille de Preisz-Nocard, du bacille de la pseudotuberculose, de la bactéridie charbonneuse et de nombreux autres microbes pathogènes.

## CORRESPONDANCE.

M. **Maurice Roques** adresse des remercîments pour la distinction accordée à ses travaux en 1942.

TOPOLOGIE. — *Définition des structures infinitésimales.* Note de M. **Paul Germain**, présentée par M. Élie Cartan.

La présente Note a pour but de prolonger la notion de contingent aux espaces topologiques satisfaisant à l'axiome de Hausdorff (espaces topologiques *séparés*) ([1]).

I. Définition d'une structure infinitésimale en O. — Étant donné un point O de l'espace topologique étudié, on dit qu'un ensemble est *dense en* O si cet ensemble admet le point O comme point d'accumulation. Nous désignerons par $\mathfrak{A}(O)$ la famille des ensembles de l'espace denses en O.

*Définition* 1. — Soit $\mathfrak{U}(O)$ une sous-famille de $\mathfrak{A}(O)$ dont tous les éléments sont désignés par U, jouissant des propriétés suivantes :

$I_1$. tout sous-ensemble d'un ensemble U, dense en O, appartient à la famille $\mathfrak{U}(O)$;

$I_2$. on peut, dans la famille $\mathfrak{U}(O)$, définir une relation d'équivalence (R) telle que tout sous-ensemble d'un ensemble U, dense en O, soit équivalent à U.

La donnée de la famille $\mathfrak{U}(O)$ et de la relation (R) définit dans l'espace donné une *structure infinitésimale en* O, $\mathcal{J}(\mathfrak{U}, R)$. On dit que, pour cette structure, la famille $\mathfrak{U}(O)$ est une famille de base d'ensembles unicontingents.

*Définition* 2. — L'ensemble des contingentes de l'espace en O est l'ensemble $\mathfrak{U}^*(O)$ des classes d'équivalence de $\mathfrak{U}(O)$ par la relation (R). La classe $U^*$ d'un ensemble U est appelée *sa contingente en* O.

*Définition* 3. — Le contingent d'un ensemble E en O est le sous-ensemble $E^*(O)$ de $\mathfrak{U}^*(O)$ formé par la réunion des contingents de tous les sous-ensembles de E appartenant à $\mathfrak{U}(O)$.

*Proposition* 1 : *Croissance*. Si $E_1 \subset E_2$, on a $E_1^* \subset E_2^*$.

*Proposition* 2 : *Additivité restreinte*. Si $E = E_1 \cup E_2$, on a $E^* = E_1^* \cup E_2^*$.

II. Comparaison des diverses structures infinitésimales en O. — *Définition* 4. — Deux structures $\mathcal{J}_1$ et $\mathcal{J}_2$ sont équivalentes en O si l'on peut établir un isomorphisme entre $\mathfrak{U}_1^*$ et $\mathfrak{U}_2^*$ dans lequel $E_1^*$ soit isomorphe à $E_2^*$ quel que soit l'ensemble E.

*Définition* 5. — La structure $\mathcal{J}_2$ est dite *aussi fine* que la structure $\mathcal{J}_1$ si l'on peut établir un homomorphisme de $\mathfrak{U}_2^*$ sur $\mathfrak{U}_1^*$ qui applique $E_2^*$ sur $E_1^*$.

Deux structures seront dites *comparables* si l'une est aussi fine que l'autre.

---

([1]) Pour la terminologie, voir N. Bourbaki, *Topologie générale*, Paris.

*Proposition* 3. — La relation *aussi fine que* est une relation d'ordre dans toute famille de structures infinitésimales deux à deux comparables.

Désignons par $|\mathfrak{U}_1(O)|$ et $|\mathfrak{U}_2(O)|$ les familles des ensembles ayant un contingent en O réduit à un seul élément dans les structures $\mathcal{J}_1$ et $\mathcal{J}_2$.

*Proposition* 4. — La condition nécessaire et suffisante pour que $\mathcal{J}_1$ soit aussi fine que $\mathcal{J}_2$ est que tout élément de $|\mathfrak{U}_2(O)|$ soit un élément de $\mathfrak{U}_1(O)|$.

III. Réservant l'étude des propriétés topologiques des structures infinitésimales (qui s'introduisent lorsque l'on a muni la structure infinitésimale d'une topologie convenablement choisie), nous allons donner un exemple et une application de la notion qui vient d'être introduite.

*Exemple, structure infinitésimale de Volterra.* — Considérons l'espace des fonctions continues à une variable $t$ définies sur le segment $(a, b)$, espace muni de la topologie de la convergence uniforme. O étant le point représentatif de $y_0(t)$, un ensemble U sera une famille de fonctions $y(t)$ satisfaisant à :

1° $y(t) - y_0(t) = 0$ pour $a \leqq t \leqq m$, $n \leqq t \leqq b$, $m$ et $n$ étant deux nombres comprenant un nombre $\xi$, indépendant du point courant de l'ensemble U que l'on veut définir;

2° $y(t) - y_0(t) = \omega(t)$ garde un signe constant dans $(m, n)$;

3° $h = m - n$ tend vers O avec $\mu = \text{Max}\,|\omega(t)|$.

Un tel ensemble satisfait à $I_1$; la relation d'équivalence sera : deux ensembles U sont équivalents si les intervalles $(m, n)$ ont la même limite $\xi$. Cette relation satisfait à $I_2$.

La contingente de l'ensemble U peut être désignée par $\xi$.

Application. — *Une définition générale de la dérivée.* — Soit donné un espace métrique dans lequel on ait défini en $M_0$ une structure infinitésimale : considérons une fonction de points $f(M)$ dans cet espace, à valeurs réelles, définie en tous points d'un ensemble E pour lequel $M_0$ soit un point intérieur; $f(M)$ admet en $M_0$ une dérivée suivant la contingente $U^\star_\alpha(M)$, si $M_1$ désignant un point voisin de $M_0$ le rapport

$$\frac{f(M_1) - f(M_0)}{\varphi(M_1, M_0)}$$

tend vers une limite $l_\alpha$ pour toute suite de points $M_1$ tendant vers $M_0$ en restant sur un ensemble unicontingent bien déterminé ayant pour contingente $U^\star_\alpha(M_0)$; $l_\alpha$ ne dépendant pas du choix de l'ensemble unicontingent parmi tous les ensembles unicontingents ayant pour contingente $U^\star_\alpha(M_0)$; $\varphi(M, P)$ est une fonction donnée, réelle, du couple $(M, P)$ tendant vers zéro avec la distance $\|MP\|$.

*Exemple.* — Si l'on reprend l'exemple précédent (structure infinitésimale de Volterra) et que l'on pose

$$\varphi(O, M) = \int_m^n \omega(t)\,dt,$$

on retrouve la définition de Volterra de la dérivée partielle au point $\xi$ de la fonctionnelle $F[y(t)]$ par rapport à l'argument $y_0(t)$.

HYDRODYNAMIQUE. — *Contribution à l'étude des écoulements de révolution par la méthode de G. Darrieus.* Note [1] de M. **Pierre Carrière**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. G. Darrieus [2] a indiqué le principe d'une méthode d'étude de l'écoulement de révolution d'un gaz parfait, en régime permanent et irrotationnel, aux vitesses supersoniques. Cette méthode est basée sur la remarque suivante :

Rapportons le plan méridien de l'écoulement à des axes $M_{x_1}$ et $M_{y_1}$ respectivement parallèles et perpendiculaires à la vitesse en M; rapportons de même le plan de l'hodographe à des axes $mu_1$ et $mv_1$ parallèles aux précédents, passant par $m$ homologue de M. Si $M'(dx_1, dy_1)$ est un point infiniment voisin de M sur une caractéristique passant par ce point et $m'(du_1, dv_1)$ son homologue dans le plan de l'hodographe, on a la relation

$$du_1 \cot\alpha - dv_1 = \frac{v\, dy_1}{y}, \tag{1}$$

où $\alpha$ désigne l'angle de Mach en M, $y$ et $v$ les distances de M et $m$ à l'axe de révolution.

2. Si nous considérons maintenant un déplacement fini $M_0 M'_0(\Delta x_1, \Delta y_1)$ sur une caractéristique $(\lambda_i)$, on déduit de (1) par intégration le long de $M_0 M'_0$

$$\Delta u_1 \cot\alpha_m - \Delta v_1 = \int_{y_0}^{y'_0} \frac{v\, dy_1}{y}. \tag{2}$$

Cette équation représente, dans le plan de l'hodographe, une droite que nous désignerons par $D_i(M_0, M'_0)$.

Si $\Delta u_1$ et $\Delta v_1$ sont assez petits, $\alpha$ varie très peu dans l'intervalle considéré, de sorte que le choix de la valeur moyenne $\alpha_m$ ne présente pratiquement aucune difficulté.

Le calcul de l'intégrale du second membre doit, par contre, être précisé.

3. Supposant toujours $m_0 m'_0$ assez petit, on peut admettre que les axes locaux restent parallèles lorsqu'on passe de $M_0$ en $M'_0$, d'où

$$\frac{dy_1}{dy} = \frac{\Delta y_1}{y'_0 - y_0}.$$

L'intégrale à calculer

$$d = \int_{y_0}^{y'_0} \frac{v\, dy_1}{y}$$

s'obtient alors aisément par la formule d'Euler-Mac Laurin qui, au 3e ordre près,

---

[1] Séance du 22 janvier 1945.

[2] *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 409.

donne

(3) $$d = \frac{1}{2}(d_0 + d'_0) + \varepsilon,$$

en posant

$$d_0 = \frac{v_0 \, \Delta y_1}{y_0}, \qquad d'_0 = \frac{v'_0 \, \Delta y_1}{y'_0}, \qquad \varepsilon = \frac{1}{12}(d'_0 - d_0)\left(\frac{y'_0}{y_0} - \frac{y_0}{y'_0}\right).$$

La construction graphique de $d_0$ et $d'_0$ est immédiate. On choisira, en général, les intervalles d'intégration pour que $\varepsilon$ soit négligeable devant l'erreur graphique.

4. *Cas particulier où* $M_0$ *est sur l'axe.* — Si $M_0$ vient sur l'axe, on peut écrire en général au 3ᵉ ordre près en $y$ dans l'intervalle $M_0 M'_0$

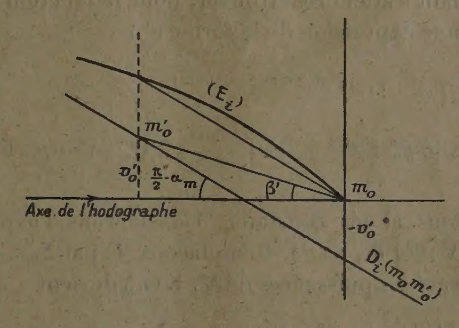
$$v = \frac{v'_0}{y'_0} y,$$

$v$ étant une fonction impaire de $y$; $y'_0$ et $v'_0$ désignant respectivement la distance à l'axe de $M_0$ et de $m'_0$.

Les raisonnements précédents s'appliquent encore; mais ici la vitesse restant sensiblement parallèle à l'axe dans l'intervalle considéré, on a $dy_1 = dy$, d'où

$$d = \int_0^{y'_0} \frac{v \, dy}{y} = \int_0^{y'_0} \frac{v'_0}{y'_0} dy = v'_0.$$

La droite $D_i(M_0, M'_0)$ coupe l'ordonnée de $m_0$ en un point de cote $-v'_0$.




La figure montre immédiatement que la droite $m_0 m'_0$ fait avec l'axe un angle $\beta'$ tel que

(4) $$\operatorname{tang}\beta' = \frac{1}{2}\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_m\right).$$

En passant à la limite, $m_0 m'_0$ tend vers la tangente en $m_0$ à l'hodographe de la caractéristique considérée. Comme les lignes de l'hodographe normales en chaque point à la direction de Mach sont des épicycloïdes (E), on déduit de (4) ce résultat remarquable :

Les arcs de caractéristiques du plan de l'hodographe correspondant au

domaine voisin de l'axe de l'écoulement se déduisent en général des épicycloïdes ($E_i$) en réduisant leurs ordonnées dans le rapport 1/2.

Il peut arriver (par exemple au point sonique) que $v$ tende vers zéro comme $y^3$ ou plus généralement comme $y^{2n+1}$. Un raisonnement analogue montre que le résultat ci-dessus se conserve, en remplaçant toutefois le rapport 1/2 par le rapport $(2n+1)/(2n+2)$.

5. L'ensemble de ces remarques nous a permis de mettre au point une méthode graphique pour le tracé des tuyères de révolution supersoniques, problème qui jusqu'à présent n'avait pas reçu de solution.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *La fonction caractéristique quantique* (¹) *et la méthode des perturbations*. Note de M. **Edmond Arnous**.

L'objet de cette Note est de montrer comment la fonction caractéristique quantique permet, dans la théorie des perturbations, de déterminer les énergies et les probabilités des différentes approximations, sans qu'on ait à calculer les fonctions d'onde approchées.

L'hamiltonien non perturbé H et la perturbation V seront supposés indépendants du temps. La fonction d'onde $\Psi$ aura pour développement $\Sigma_m c_m \psi_m$ dans le système des fonctions propres $\psi_m$ de H. $E_m^{(0)}$ et $p_m^{(0)}$ désigneront les énergies et les probabilités de première approximation, $E_m^{(1)}$, $p_m^{(1)}$, $E_m^{(2)}$, $p_m^{(2)}$ leurs corrections du premier et du second ordre.

Il est clair qu'il faut s'attendre à trouver, pour la fonction caractéristique du système perturbé, une expression de la forme (²)

$$(1)\quad K(u) = \sum_m (p_m^{(0)} + p_m^{(1)} + p_m^{(2)} + \ldots) e^{iu(E_m^{(0)} + E_m^{(1)} + E_m^{(2)} + \ldots)}$$

$$= \sum_m e^{iuE_m^{(0)}} \left\{ [p_m^{(0)}] + [iup_m^{(0)} E_m^{(1)} + p_m^{(1)}] + \left[ -\frac{u^2}{2} p_m^{(0)} E_m^{(1)2} + iu(p_m^{(0)} E_m^{(2)} + p_m^{(1)} E_m^{(1)}) + p_m^{(2)} \right] + \ldots \right\}.$$

C'est ce que nous allons constater. Considérons l'expression quantique $[\Psi, \exp.\, iu(H+V)\Psi]$ de $K(u)$. Remplaçons $\Psi$ par $\Sigma_m c_m \psi_m$ et développons l'exponentielle suivant les puissances de V. $K(u)$ devient

$$\sum_{m,n} c_m^* c_n \left( \psi_m, \sum_\nu \frac{(iu)^\nu}{\nu!} \left\{ H^\nu + \sum_\lambda H^\lambda V H^{\nu-\lambda-1} + \sum_{\lambda,\mu} H^\lambda V H^\mu V H^{\nu-\lambda-\mu-2} + \ldots \right\} \psi_n \right).$$

Or

$$(\psi_m, H^\lambda V H^{\nu-\lambda-1} \psi_n) = E_m^\lambda E_n^{\nu-\lambda-1} V_{mn}$$

et

$$(\psi_m, H^\lambda V H^\mu V H^{\nu-\lambda-\mu-2} \psi_n) = \sum_p E_m^\lambda E_p^\mu E_n^{\nu-\lambda-\mu-2} V_{mp} V_{pn},$$

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, 218, 1944, pp. 108 et 141; 219, 1944, pp. 357 et 389.

(²) Les termes du même ordre de grandeur sont entre crochets.

où $V_{mn}=(\psi_m, V\psi_n)$ est la matrice de perturbation, supposée petite, et $E_m$ la valeur propre de H correspondant à $\psi_m$. $K(u)$ devient

$$\sum_{m,n,\nu} c_m^\star c_n \frac{(iu)^\nu}{\nu!}\left\{E_m^\nu \delta_{mn} + \sum_\lambda E_m^\lambda E_n^{\nu-\lambda-1} V_{mn} + \sum_{p\lambda,\mu} E_m^\lambda E_p^\mu E_n^{\nu-\lambda-\mu-2} V_{mp} V_{pn} + \ldots\right\}.$$

Le calcul de la première approximation n'offre pas de difficulté. Il n'utilise que les deux premiers termes de l'accolade. Comme $\Sigma_\lambda$ donne $\nu E_m^{\nu-1}$ si $m=n$ et $(E_m^\nu - E_n^\nu)/(E_m - E_n)$ si $m \neq n$, $K(u)$ devient

$$\sum_m e^{iuE_m}\left(|c_m|^2 + iu|c_m|^2 V_{mm} + \sum_{n\neq m} \frac{c_m^\star c_n V_{mn} + c_m c_n^\star V_{mn}^\star}{E_m - E_n}\right).$$

Comparons à (1) (aux deux premiers crochets seulement)

$$E_m^{(0)} = E_m, \qquad p_m^{(0)} = |C_m|^2;$$

$$E_m^{(1)} = V_{mm}, \qquad p_m^{(1)} = \sum_{n\neq m} \frac{c_m^\star c_n V_{mn} + c_m c_n^\star V_{mn}^\star}{E_m - E_n}.$$

Le calcul de la deuxième approximation, au contraire, offre une petite difficulté : $\Sigma_{\lambda\mu}$ n'a pas la même valeur suivant que $m=n=p$, $m=n\neq p$, $m=p\neq n$, $n=p\neq m$ ou $m\neq n\neq p\neq m$. En effet supposons par exemple $n\neq p$ et groupons les termes suivant les puissances de $E_m$, il vient

$$\frac{E_n^{\nu-1}-E_p^{\nu-1}}{E_n-E_p} + \frac{E_n^{\nu-2}-E_p^{\nu-2}}{E_n-E_p}E_m + \ldots = \frac{(E_n^{\nu-1}+E_n^{\nu-2}E_m+\ldots)-(E_p^{\nu-1}+E_p^{\nu-2}E_m+\ldots)}{E_n-E_p}$$

et ceci conduit à deux résultats différents; à

$$\frac{E_n^\nu - E_m^\nu}{(E_n-E_p)^2} - \frac{\nu E_p^{\nu-1}}{E_n - E_p}$$

si $m=p$, et à

$$\frac{E_n^\nu - E_m^\nu}{(E_n-E_m)(E_n-E_p)} - \frac{E_p^\nu - E_m^\nu}{(E_p-E_m)(E_n-E_p)} = \frac{E_m^\nu(E_p-E_n)+E_n^\nu(E_m-E_p)+E_p^\nu(E_n-E_m)}{(E_m-E_n)(E_n-E_p)(E_p-E_m)}$$

si $m\neq p$. Nous voici maintenant à même de calculer $\Sigma_{\lambda\mu}$ dans les cinq hypothèses $m=n=p$, $m=n\neq p$ etc., ce qui donne pour $K(u)$

$$\sum_m e^{iuE_m}\left\{\ldots - \frac{u^2}{2}|c_m|^2 V_{mm}^2 + iu\sum_{n\neq m}\left(\frac{|c_m|^2|V_{mn}|^2}{E_m-E_n} + \frac{c_m^\star c_n V_{mn} + c_n c_m^\star V_{mn}^\star}{E_m - E_n} V_{mm}\right)\right.$$
$$+\sum_{n\neq m}\frac{|V_{mn}|^2(|c_n|^2-|c_m|^2)+(c_m^\star c_n V_{mn} + c_m c_n^\star V_{mn}^\star)(V_{nn}-V_{mm})}{(E_m-E_n)^2}$$
$$\left. + \sum_{\substack{np\\(m\neq n\neq p\neq m)}} \frac{c_m^\star c_p V_{mn} V_{np} + c_p^\star c_n V_{pm} V_{mn} + c_n^\star c_m V_{np} V_{pm}}{(E_m-E_n)(E_m-E_p)}\right\}.$$

Comparons au 3<sup></sup>e crochet de (1). Les deux termes nouveaux sont

$$E_m^{(2)} = \sum_{n\neq m}\frac{|V_{mn}|^2}{(E_m-E_n)}$$

dans le coefficient de $iu$, et $p_2$ (les deux dernières lignes).

MOTEURS A EXPLOSION. — *Sur les oscillations de pression consécutives à la détonation dans les moteurs à explosion.* Note [1] de M. **Max Serruys**, présentée par M. Armand de Gramont.

Des enregistrements photographiques ont dès longtemps mis en évidence l'allure vibratoire des combustions détonantes. Néanmoins l'existence d'oscillations de pression consécutives au cognement des moteurs a été longtemps contestée, l'inertie des appareils enregistreurs entraînant une déformation importante des manogrammes.

En interprétant correctement des diagrammes obtenus à l'aide de notre manographe optique à faible inertie, nous avons pu, dès 1933 [2], préciser non seulement la durée très faible de l'accroissement de pression local provoqué par la détonation [3], mais la valeur de l'amplitude progressivement décroissante et de la pseudopériode progressivement croissante des ondes dont la propagation dans la chambre de combustion paraissait expliquer les variations de pression enregistrées.

A l'effet de préciser davantage l'allure des variations de pression consécutives à la véritable combustion détonante et le bien fondé de cette interprétation, nous avions, en 1940, perfectionné notre manographe par amortissement fluide de la membrane et du miroir, et enregistré les diagrammes partiellement reproduits figures 1 et 2 ci-dessous. Voici le résultat du dépouillement que nous en avons fait :

1° A et B (*fig.* 1) désignant respectivement un point du diagramme corres-

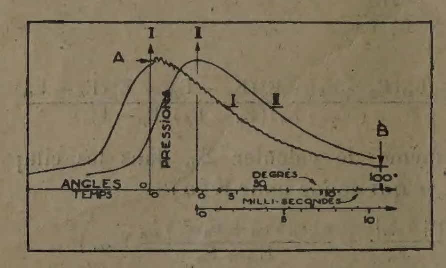



Fig. 1.

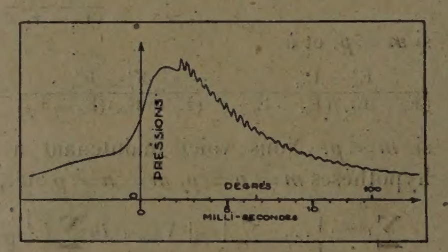



Fig. 2.

I, combustion légèrement détonante; II, combustion non détonante.

pondant sensiblement au point mort et en même temps à l'origine des oscillations de pression consécutives à la détonation d'une part, et un point situé vers la fin de la détente, mais avant l'ouverture d'échappement d'autre part, on

---

(1) Séance du 26 février 1945.

(2) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1296.

(3) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1894; *Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air*, n° **103**, 1937, pp. 45-78.

constate que la pseudopériode est de 1/3300 s environ au voisinage du point A et de 1/2050 s au voisinage du point B.

La plus grande dimension de la chambre de combustion étant de $145^{mm}$, lorsque le piston est au point mort haut, ceci conduit, en admettant que l'onde enregistrée effectue deux fois ce parcours pendant la durée d'une pseudopériode, à la vitesse de propagation

$$V_A = 0,29 \times 3300 = 957 \text{ m/s environ.}$$

Or la vitesse du son dans les gaz brûlés à la température considérée est, à la vitesse du son dans l'air à 0°, dans le rapport $\frac{\sqrt{\gamma g R T}}{\sqrt{1,41 g R_0 273}}$.

En admettant pour les gaz brûlés $\gamma = 1,27$ et $R = 34,12$, on trouve ainsi

$$T_A = 273\left(\frac{957}{333}\right)^2 \frac{34,12 \times 1,27}{29,27 \times 1,41} = 2320^\circ\text{K}.$$

Or j'ai calculé antérieurement, pour le même moteur au même instant du cycle (¹), une température maxima de 2530° K., bien qu'il s'agisse d'un carburant plus riche que celui qui a été utilisé pour l'enregistrement du diagramme en question.

2° Par ailleurs, on mesure sur le diagramme

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{61,5}{11,5} = 5,35 \quad \text{et} \quad \frac{V_B}{V_A} = \frac{722}{202} = 3,57.$$

D'où

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{P_A . V_A}{P_B . V_B} = 1,50.$$

On en déduit, pour la vitesse du son correspondant au point B du diagramme, la valeur

$$V_B = \frac{957}{\sqrt{1,5}} = 780 \text{ m/s.}$$

Comme la pseudopériode correspondant au point B est de 1/2050 s, ceci conduit, pour le trajet aller et retour, à une longueur

$$l = \frac{780}{2050} = 0,380 \text{ m.}$$

Or cette longueur correspond *à 1 % près* au double de la distance séparant les points les plus éloignés de la chambre de combustion *pour la position occupée par le piston à l'instant considéré.*

Ce calcul confirme donc bien l'interprétation suivant laquelle les oscillations de pression consécutives à la détonation correspondent aux passages successifs

(¹) *Chaleur et Industrie*, **225**, 1939, p. 151.

d'une onde de pression, cette onde parcourant la chambre de combustion dans le sens de sa plus grande dimension, et avec une vitesse égale à la vitesse du son pour la composition des gaz et à la température correspondant à l'instant considéré.

La brusque apparition des ondes de pression au moment du choc est d'ailleurs évidente sur les diagrammes. Il se confirme donc qu'il y a lieu de distinguer plusieurs phénomènes : la combustion détonante véritable ou *détonation pure* caractérisée par un accroissement de pression important et brutal des *combustions vibratoires* (détonantes ou non détonantes) caractérisées par une amplitude progressivement croissante des variations de pression ([5]).

GÉODÉSIE. — *Compensation d'un réseau de nivellements.* Note ([1]) de M. **Jean Vignal**, présentée par M. Georges Perrier.

Appliquée à la compensation d'un réseau de nivellements, la règle classique des *moindres carrés* conduit, dans quelques-uns de ses modes d'application, à des systèmes d'équations de forme particulièrement simple, susceptibles d'être écrits sans aucun calcul préparatoire.

Considérons un réseau de nivellements, composé d'un certain nombre de polygones fermés élémentaires.

Nous appellerons *nœuds* du réseau les repères communs à deux ou plusieurs lignes nivelées, et *sections* les lignes reliant directement deux nœuds.

Nous envisagerons deux cas : celui du *réseau libre*, pour lequel aucune différence d'altitudes n'est fixée à l'avance; et celui du *réseau lié*, pour lequel le polygone-enveloppe appartient à un nivellement antérieur, généralement plus précis, et a ses altitudes déjà arrêtées après compensation. Dans ce dernier cas, seules interviendront les sections *intérieures*. Parmi les nœuds qui les limitent, ceux du polygone-enveloppe, d'altitudes déjà arrêtées, seront dits *nœuds fixés*; les autres, *nœuds non fixés*.

Nous désignerons dans la suite une section par la notation $(l, m)$, $l$ et $m$ représentant soit les polygones qu'elle sépare, soit les nœuds qu'elle joint. Nous appellerons $1/\theta_{lm}^2$ le *poids* à attribuer à la section $(l, m)$. On sait que pour une *section homogène*, c'est-à-dire entièrement nivelée avec la même méthode,

$$\theta_{lm}^2 = \tau^2 L_{lm},$$

$L_{lm}$ étant la *longueur* de la section, et $\tau$ étant la *valeur probable accidentelle limite par kilomètre de l'erreur totale*, pour la méthode employée au nivellement de ladite section.

---

([5]) Voir à ce sujet *Cours-conférences du Centre de Perfectionnement de la Chimie*, 154, 1938.

([1]) Séance du 12 février 1945.

*Compensation des sections.* — Prenons comme inconnues les compensations $x$ à apporter aux sections, en en précisant comme suit la désignation et le signe :

Numérotons 1, 2, ..., $p$ les polygones élémentaires, ainsi que le *polygone-enveloppe* s'il s'agit d'un *réseau libre*; soit $p$ leur nombre total. Choisissons uniformément, sur chaque polygone élémentaire, comme sens positif, le sens des aiguilles d'une montre; et le sens inverse sur le polygone-enveloppe, s'il intervient, c'est-à-dire si le réseau est libre. Chaque section appartient ainsi à deux polygones, $l$ et $m$, et est parcourue sur eux en sens inverses.

Nous appellerons $x_{lm}$ la compensation à apporter à la section $(l, m)$ commune aux polygones $l$ et $m$, supposée parcourue dans le sens positif correspondant au polygone $l$ (correction à ajouter à la différence de niveau mesurée). Chaque inconnue a donc deux désignations opposées; on a

$$x_{lm} = -x_{ml}.$$

Soient $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p$ les *écarts de fermeture* des divers polygones, parcourus dans le sens positif choisi (sommes des différences de niveau mesurées, y compris, dans le cas d'un réseau lié, pour les sections du polygone-enveloppe, leurs différences de niveau connues). On a toujours $\Sigma\varphi_i = 0$.

Avec ces notations, on démontre sans peine que la règle des moindres carrés conduit, par la méthode des coefficients indéterminés, aux équations suivantes.

Les $n$ inconnues $x$ s'expriment par $n$ *équations corrélatives* en fonction de $p$ *coefficients indéterminés* $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p$ en nombre égal à celui des polygones, eux-mêmes donnés par un système de $p$ *équations normales*, savoir :

*n équations corrélatives*

$$x_{lm} = \theta^2_{lm}(\lambda_l - \lambda_m),$$

*p équations normales :* pour le polygone 1,

$$\sum_k \theta^2_{1k}(\lambda_1 - \lambda_k) + \varphi_1 = \lambda_1 \sum_k \theta^2_{1k} - \lambda_2\theta^2_{12} - \lambda_3\theta^2_{13} - \ldots + \varphi_1 = 0.$$

Dans le cas d'un *réseau homogène*, on peut remplacer les inverses des poids $\theta^2_{lm}$ par les longueurs $L_{lm}$. Si l'on appelle $F_1, F_2, \ldots, F_p$ les périmètres des polygones (compte non tenu, dans le cas d'un réseau lié, des sections du polygone enveloppe), les équations précédentes s'écrivent :

*n équations corrélatives*

$$x_{lm} = L_{lm}(\lambda_l - \lambda_m),$$

*p équations normales :* pour le polygone 1,

$$\lambda_1 F_1 - \lambda_2 L_{12} - \lambda_3 L_{13} - \ldots + \varphi_1 = 0.$$

*Compensation des altitudes.* — Prenons comme inconnues les *altitudes des nœuds non fixés*. Nous numéroterons ces nœuds 1, 2, ... et nous désignerons leurs altitudes inconnues par $x_1, x_2, \ldots$.

Nous attribuerons aux *nœuds fixés* une numérotation différente ... $s$, $s+1$, ..., et nous désignerons leurs altitudes connues par ... $x_s$, $x_{s+1}$, ....

Nous appellerons d'une façon générale $(l, k)$ la section, si elle existe, qui relie deux nœuds $l$ et $k$, l'un d'eux pouvant être fixé; et nous désignerons par $h_{lk}$ la différence de niveau mesurée en allant du nœud $l$ au nœud $k$ (somme des élévations rencontrées de $l$ à $k$). On a $h_{lk} = -h_{kl}$.

On démontre sans peine que la règle des moindres carrés conduit au système suivant d'*équations finales*, en nombre égal à celui des nœuds non fixés :

*Équations finales :* pour le nœud non fixé 1,

$$x_1 \sum_k \frac{1}{\theta_{1k}^2} - x_2 \frac{1}{\theta_{12}^2} - x_3 \frac{1}{\theta_{13}^2} - \ldots + \sum_k \frac{h_{1k}}{\theta_{1k}^2} - \sum_s \frac{x_s}{\theta_{1s}^2} = 0.$$

Bien entendu, dans ces équations, le coefficient $1/\theta_{lk}^2$ doit être pris nul si la section correspondante $(l, k)$ n'existe pas.

Comme précédemment, dans le cas d'un *réseau homogène*, on peut remplacer les coefficients $\theta_{lk}^2$ par les longueurs $L_{lk}$.

Remarque. — *Compensation des altitudes par le procédé d'approximations successives de Southwell-Black.* — L'intéressant procédé de Southwell-Black, proposé il y a quelques années pour la compensation d'un réseau géodésique, revient, dans le cas d'un réseau de nivellements, à un mode de résolution par approximations successives du système précédent d'équations finales. Il ne paraît pas plus rapide, en général, que les procédés en usage aujourd'hui pour la résolution directe d'un tel système.

Il s'applique à toute une catégorie d'autres systèmes d'équations linéaires.

En particulier, il peut être employé à la *compensation des sections* par une méthode élémentaire, non exposée ici.

CHALEUR. — *Application pratique de la loi de la convection naturelle; pourquoi l'expérience semblait vérifier la loi approchée classique.* Note (¹) de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré (²) que le coefficient de convection naturelle était une fonction linéaire de la puissance 1/6 de l'écart de température V, cette puissance étant corrigée en valeur relative par un terme en V dès que V dépasse par exemple (pour des corps dont les dimensions sont de l'ordre du centimètre) une dizaine de degrés. Or les théories habituelles de nombreux phénomènes ou expériences de convection font état d'échanges thermiques proportionnels à V, et cette loi toute différente semble, en fait, suffisamment vérifiée par l'expérience. Il s'agit essentiellement de la loi exponentielle représentant en fonction

(¹) Séance du 4 décembre 1944.

(²) *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 675.

du temps le refroidissement par convection d'un corps initialement chauffé, et de la loi exponentielle représentant la distribution des températures le long d'une barre convectante maintenue chaude à une extrémité. Nous allons supposer, pour conduire plus simplement les calculs, que le terme correctif en V indiqué ci-dessus est effectivement négligeable.

1. Observons que le problème du refroidissement du corps chaud met en jeu non pas la loi différentielle introduisant directement le coefficient de convection, mais la loi tout intégrée qui en résulte, de sorte que ce que l'on contrôle c'est non pas l'existence d'un coefficient de convection pratiquement constant, mais le caractère pratiquement exponentiel de la loi de refroidissement dans le temps.

Le temps étant $x$, et l'écart de température V, l'équation différentielle du refroidissement est

$$(1)\qquad -C\frac{dV}{dx} = a\left(1+\frac{b}{a}V^{\frac{1}{6}}\right)V.$$

On introduit la constante de temps $\tau = C:a$, le temps réduit $z = x:\tau$, et le coefficient $\lambda = b:a$ caractérisant la variabilité du coefficient de convection $h$. La loi du refroidissement est

$$(2)\qquad V = \frac{V_0 e^{-z}}{\left[1+\lambda V_0\left(1-e^{-\frac{z}{6}}\right)\right]^6}.$$

2. Soit l'équation de distribution des températures le long d'une barre; la conductivité est $k$, l'aire de la section droite, $s$, son périmètre, $p$. L'abscisse est $x$. Introduisons la constante d'espace X telle que $ks:ap = X^2$, et l'abscisse réduite $z = x:X$. Posant

$$w^2 = 1+\frac{12}{7}\lambda V^{\frac{1}{6}},$$

on trouve après intégration, dans le cas de la barre infiniment longue, la distribution

$$(3)\qquad V = \frac{V_0 e^{-z}}{\left[\frac{w_0+1}{2}-\frac{w_0-1}{2}e^{-\frac{z}{6}}\right]^{12}}.$$

3. Il s'agit d'expliquer pourquoi les lois (2) et (3), lorsqu'on les rencontre expérimentalement, paraissent exponentielles. Il faudrait vérifier que le rapport $\rho$ de deux ordonnées équidistantes est *constant*. Or il varie, mais on songe qu'expérimentalement la température ambiante, qui sert d'asymptote, n'est qu'*imparfaitement* connue; à l'imprécision du thermomètre s'ajoute que, si cette température est, comme il arrive presque toujours, un peu variable, il faut, pour la correction, lui faire subir une retouche un peu incertaine, et, enfin, elle n'est peut-être pas suffisamment uniforme. L'asymptote de la courbe V est donc une inconnue dont on peut disposer entre certaines limites. Or, précisément, on trouve que, si l'on fait légèrement varier l'asymptote, le rapport $\rho$ calculé à partir des formules (2) ou (3), au lieu de décroître con-

stamment, présente un minimum très aplati, de sorte qu'il peut être considéré comme pratiquement constant.

En fait, l'intervalle expérimental étant tel que la dernière ordonnée était le dixième ou le quinzième de la première, et étant partagé en 5 ou 6 intervalles partiels par les ordonnées successives dont on forme le rapport (si elles étaient trop rapprochées, le rapport serait en tout état de cause sensiblement constant comme peu différent de 1), une très légère translation de l'asymptote rend $\rho$ *constant* dans tout l'intervalle (il est, suivant les cas, compris entre 1,6 et 1,8), à $\pm 2\%$ près, ce qui, vu la difficulté des mesures, est très satisfaisant et permet en apparence de conclure au caractère exponentiel. Les calculs théoriques, à partir de (2) et (3), ont été faits pour des valeurs de $\lambda$ comprises entre 1 et 10.

Par contre des dépouillements particulièrement précis, effectués suivant la technique d'une Note précédente ([3]), nous ont montré qu'une courbe expérimentale de refroidissement n'était pas vraiment exponentielle, et c'est même ainsi que nous avons été conduit à introduire dans l'intégration des problèmes de convection la loi véritable du coefficient de convection.

4. Si l'on veut utiliser une loi expérimentale de refroidissement, à partir de la loi différentielle (1), à la détermination des constantes thermiques du corps refroidi, il est commode de mettre l'intégrale de (1) sous la forme

$$Ax + B = \log \frac{u}{1 + \lambda u},$$

$u$ désignant $V^{1/6}$. On cherche par tâtonnement la valeur à donner à $\lambda$ pour que la courbe représentant le logarithme en fonction de $x$ soit une droite. Si l'on n'y arrive pas, on corrige la place admise pour l'asymptote.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la signification physique de la constante* P *dans l'équation électrochimique de Nernst.* Note de M. **Moïse Haïssinsky**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Dans sa théorie osmotique de la pile, Nernst a établi pour le potentiel E d'une électrode métallique plongeant dans une solution de ses ions (monovalents) l'équation

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{P}{p},$$

où $p$ est la pression osmotique des ions dans la solution, P *la tension de dissolution du métal* et les autres lettres ont leurs significations habituelles. Tandis que la théorie, dans son ensemble, s'est montrée d'une fécondité extraordinaire et a servi de point de départ au développement prodigieux de l'électrochimie expérimentale, l'interprétation de P a été souvent critiquée comme trop vague,

([3]) *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 509.

peu appropriée aux mesures, et surtout parce que l'on calcule pour P des valeurs qui se rangent entre $10^{50}$ et $10^{-25}$ atmosphères et auxquelles on peut difficilement attribuer une signification physique.

Plus exactement, les valeurs *absolues* de P sont inconnues. Pour calculer celles-ci, on devrait connaître la valeur absolue d'au moins un potentiel d'électrode E. On a considéré pendant longtemps que la valeur absolue de E pour l'électrode $Hg/Hg^+$ pouvait être déterminée d'après les maxima des courbes électrocapillaires. On sait maintenant, par les travaux de Froumkine, que ces maxima ne correspondent pas à $E = 0$ et que des systèmes différents fournissent des potentiels *zéro* discordants. Tout ce que l'on peut dire, c'est que, si l'on formait une pile avec les deux métaux situés aux deux extrémités de la série des potentiels normaux $Li/Li^+ - Au/Au^+$, le rapport des tensions de dissolution serait, d'après l'interprétation indiquée, $10^{75}$ environ.

Nous allons montrer que les idées théoriques actuelles sur la cinétique de ces processus permettent de donner à la constante P une signification énergétique précise et de la lier à d'autres grandeurs physiques susceptibles d'être soumises aux mesures expérimentales.

D'après la théorie de la surtension de l'hydrogène, proposée par Erdey-Gruz et Volmer ([1]) et développée par Horiuti et Polanyi ([2]) par la mécanique ondulatoire, la décharge des ions $H^+$ aux électrodes est définie par la concentration à la surface de ces ions et des atomes déchargés, par l'énergie d'activation W de la décharge, par l'énergie d'activation W′ du processus inverse, l'ionisation, et par le potentiel de l'électrode E.

Audubert a généralisé cette théorie (qui s'apparente à des idées qu'il avait développées dès 1924) ([3]) en l'appliquant à la décharge de métaux et d'anions et aux phénomènes de polarisation anodique. Dans le premier cas, qui nous intéresse ici, la théorie donne pour les conditions d'équilibre

$$k_1 C_{M^+} e^{-\frac{W - \alpha_1 EF}{RT}} = k_2 C_M e^{-\frac{W' - \alpha_2 EF}{RT}}; \tag{1}$$

$C_{M^+}$ est la concentration des ions et $C_M$ la concentration des atomes métalliques à la surface de l'électrode. Les facteurs de proportionnalité $\alpha_1$ et $\alpha_2$ sont liés par la relation simple $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$. Remarquons que $C_M$ est variable tant que toute la surface n'est pas couverte au moins d'une couche monoatomique de dépôt : lorsque celle-ci est formée, et c'est le cas général de l'application de l'équation de Nernst, $C_M$ devient constant et $k_2 C_M = k_3$. La vérification de la théorie dans plusieurs cas expérimentaux et les conclusions intéressantes que l'on peut en tirer dans l'étude des courbes potentiel-courant semblent pleinement justifier l'extension proposée par Audubert. Elle nous permet aussi de préciser la nature de la constante P.

([1]) *Zeits. physik. Chem.*, A, **150**, 1930, p. 209.
([2]) *Acta Physico chim. U. R. S. S.*, **2**, 1935, p. 505.
([3]) *Journ. Chim. Phys.*, **21**, 1924, p. 351; *J. Physique*, **3**, 1942, p. 81.

Tirons en effet de l'équation de Nernst la valeur de P

$$P = p\, e^{\frac{EF}{RT}};$$

la pression osmotique étant proportionnelle à la concentration (plus exactement à l'activité) ionique, on a

$$P = k_4 C_{M^+} e^{\frac{EF}{RT}}. \tag{2}$$

D'autre part la relation (1) donne

$$\frac{k_1}{k_3} C_{M^+} e^{\frac{(\alpha_1+\alpha_2)EF}{RT}} = \frac{k_1}{k_3} C_{M^+} e^{\frac{EF}{RT}} = e^{-\frac{W'-W}{RT}}.$$

La comparaison de cette dernière équation avec (2) donne immédiatement

$$P = \frac{k_4 k_3}{k_1} e^{-\frac{W'-W}{RT}} = k\, e^{-\frac{W'-W}{RT}}, \tag{3}$$

P est donc déterminé par la distribution de Boltzmann des niveaux énergétiques des atomes et des ions du métal. La tendance à la dissolution n'est plus causée par des pressions extrêmement élevées ou extrêmement faibles, mais par des différences d'énergie d'activation qui se situent dans le domaine des énergies mesurables aux électrodes. La relation (3) montre, en outre, explicitement, que la valeur de P dépend non seulement de la nature du métal, mais aussi de la nature des ions. Ceci est conforme à l'expérience, puisque le potentiel d'un métal susceptible de former des ions de valences différentes dépend, à activité égale, de la valence des ions.

Supposons maintenant qu'on ait une électrode non complètement couverte d'un métal M en équilibre avec ses ions $M^+$ en solution. $C_M$ n'est plus constant et (1) donne alors l'équation de Herzfeld

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{P' p_0}{p}, \tag{5}$$

où

$$p_0 = k' C_M \qquad \text{et} \qquad P' = k'_1 e^{-\frac{W'-W}{RT}}.$$

Les expériences de Joliot ([4]) ont montré cependant que cette équation ne se vérifie pas quantitativement, tout au moins dans les conditions d'électrolyse. J'en indiquerai ailleurs ([5]) les causes probables.

---

([4]) *Journ. Chim. Phys.*, 27, 1930, p. 119.

([5]) *Ibid.* (sous presse).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude de la conductibilité électrique des oxydes rares; cas des oxydes de lanthane, praséodyme, néodyme et samarium.* Note [1] de M. **Marc Foëx**, présentée par M. Paul Lebeau.

Les oxydes rares ont été fréquemment utilisés, sous forme de mélanges plus ou moins complexes, dans la réalisation d'éléments chauffants à base d'oxydes réfractaires (lampe Nernst). Cependant la conductibilité électrique de chacun de ces oxydes pris à l'état pur n'a jamais été étudiée, à l'exception de celle des oxydes de cérium $CeO^2$ et $Ce^2O^3$ [2], [3].

Les oxydes du groupe du cérium ayant servi à ces mesures proviennent du laboratoire de M. Trombe et de la Société des Terres Rares. Les solutions chlorhydriques concentrées de certains d'entre eux, sous grande épaisseur, donnent un spectre d'absorption qui a permis à M. Bardet de définir leur pureté. Le lanthane contient moins de 0,4/10000 de praséodyme. Le praséodyme ne présente que des traces de lanthane 1/10000 (spectre d'arc) et de néodyme 2/10000. Le néodyme contient moins de 6/10000 de praséodyme (visibilité limitée par la forte absorption du néodyme) et moins de 1/10000 de samarium. Enfin le samarium ne présente pas de traces visibles de néodyme et de gadolinium (moins de 1/10000 environ).

Les différents oxydes sont obtenus à partir de leur solution chlorhydrique par précipitation ammoniacale et calcination de l'hydrate formé. Ils sont ensuite agglomérés (pression 3000 kg/cm²) sous forme d'éprouvettes de 0,5 à 1,5 cm de hauteur et de 0,3 à 0,8 cm² de section. Les mesures ont été effectuées sur les éprouvettes préalablement traitées à 1200° C. [3], sous la pression normale, en différentes atmosphères sèches, oxygène, air, azote et hydrogène, soigneusement privées de gaz carbonique; l'azote et l'hydrogène étant en outre exempts de toute trace d'oxygène.

Le lanthane, le néodyme et le samarium donnent, quel que soit le milieu, un seul oxyde $M^2O^3$, correspondant à la trivalence des éléments rares. Par contre le praséodyme, qui, comme le cérium, donne en milieu réducteur l'oxyde type $M^2O^3$, possède comme ce dernier des états plus oxygénés. L'oxyde noir de praséodyme $Pr^6O^{11}$ (oxyde salin $Pr^2O^5 - 2\,Pr^2O^3$) s'obtient par un refroidissement lent dans l'air ou l'oxygène à la pression normale; au-dessus de 500° à 600° C. cet oxyde subit un début de dissociation.

La résistivité $\rho$ des oxydes étudiés et la température absolue T sont liées par la relation $\rho = Ae^{B/T}$ (A et B constantes). Les représentations de log $\rho$ ($\rho$ en ohms-cm) en fonction de I/T (*fig.* 1 à 4) sont des droites, présentant, dans le cas des oxydes du type $M^2O^3$, des changements de direction entre 850° C.

---

(1) Séance du 5 février 1945.

(2) S. Veil, *Thèse*, Paris, 1920.

(3) M. Foëx, *Bull. Soc. Chim.*, **11**, 1944, p. 6.

et 950° C. Ce dernier phénomène correspond peut-être à des transformations allotropiques des oxydes ([4]), ([5]), ou encore à la dissociation de traces de carbonates ([6]). Par chauffage préalable sous vide ou à plus haute température (1800° C.), on atténue dans certains cas ce phénomène.

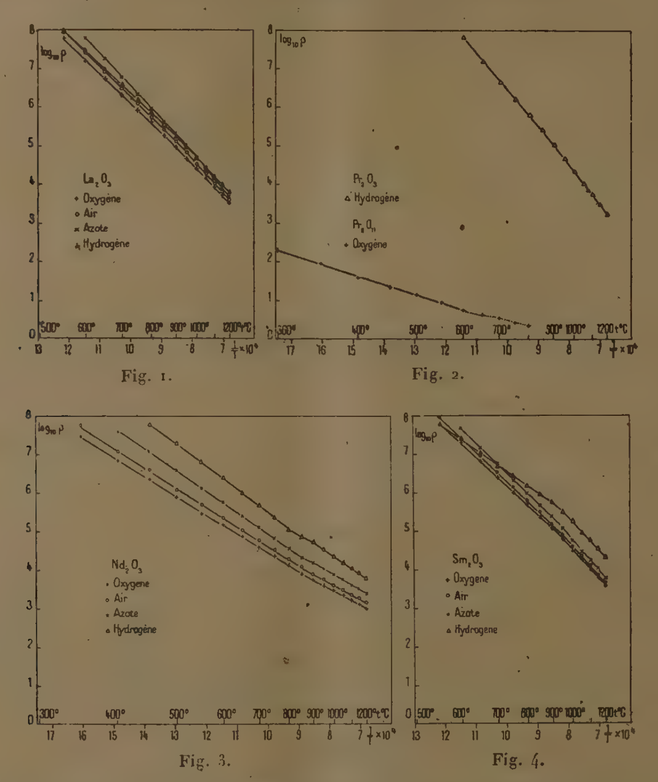



Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4.

La résistivité de l'oxyde de néodyme (*fig.* 3), nettement inférieure vers 600° C. à celle des autres oxydes $M^2O^3$, varie moins rapidement en fonction de la température. Ceci pourrait être attribué à certaines impuretés difficilement décelables (traces de praséodyme ?) ou à une tendance du néodyme à la peroxydation.

Les oxydes de lanthane, néodyme et samarium (*fig.* 1, 3 et 4) sont plus conducteurs en milieu oxydant (oxygène, air) que neutre (azote), et cela d'autant plus que la pression d'oxygène est plus élevée (absorption de petites quantités d'oxygène ou traces de peroxydes).

---

([4]) V. M. Goldschmidt, F. Ulrich et T. Barth, *Skr. Norske Vid. Akad.*, Oslo, v, 1925.
([5]) K. Lohberg, *Z. physik. Chem.*, B 28, 1935, p. 402.
([6]) J. Preiss et N. Rainer, *Zeits. anorg. Chem.*, 131, 1923, p. 287.

Enfin il faut surtout noter la forte conductibilité de l'oxyde salin de praséodyme $Pr^6O^{11}$ (*fig.* 2). Cet oxyde, dont la résistivité n'évolue qu'avec une lenteur relative en fonction de la température, est, à 600°C., environ 10 millions de fois plus conducteur que l'oxyde $Pr^2O^3$. Cette forte conductibilité est à rapprocher de celle des divers autres oxydes salins [$Fe^3O^4$ (2), $Ti^3O^5$ (3) etc.].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés de la benzophénarsazine linéaire.* Note de MM. **Buu-Hoï**, **Hiong-Ki-Wei** et **René Royer**, présentée par M. Marcel Delépine.

Alors que les dérivés des benzophénarsazines angulaires sont bien connus, aucun représentant de la famille de la benzophénarsazine linéaire (I) n'a encore été signalé jusqu'ici. Nous avons été amenés à synthétiser un certain nombre de dérivés de ce dernier noyau, en vue de comparer les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ces molécules linéaires avec celles de leurs isomères angulaires que nous sommes aussi en train d'examiner.

As — N (I) CH³ OH (II) ← CHO OH (III)

Nous avons utilisé comme substance de départ pour ces synthèses le méthyl-1-naphtol-2 (II), que nous préparons aisément en réduisant l'aldéhyde hydroxy-2-naphtoïque-α (III) selon la méthode de Clemmensen. Ce naphtol se condense avec l'aniline et les toluidines (*méta* et *para*) pour engendrer des N. aryl-2-méthyl-1.naphtylamines (IV), (V) et (VI). Ces amines secondaires, traitées par le chlorure d'arsenic, sont converties respectivement en méthyl-1-chloro-

(IV) R = R′ = H
(V) R = CH³; R′ = H
(VI) R = H; R′ = CH³

(VII) R = R′ = H
(VIII) R = CH³; R′ = H
(IX) R = H; R′ = CH³

10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazine (VII), diméthyl-1.7-chloro-10.dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazine (VIII), et diméthyl-1.6-chloro-10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazine (IX). Ces corps présentent la plus grande analogie avec leurs congénères à structure angulaire; ils sont colorés en jaune, donnent naissance à des phénomènes d'halochromie avec les acides minéraux, s'oxydent par l'eau oxygénée en acides benzophénarsaziniques linéaires presque incolores. L'atome de chlore est très réactif; au moyen des organomagnésiens, nous avons pu opérer ici sans difficulté le rempla-

cement de Cl par un radical hydrocarboné. Ainsi ont été obtenues : la diméthyl-1.10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazine (X), les triméthyl-1.7.10- et

R″ As R′ R NH $CH^3$

| | |
|---|---|
| (X) $R = R' = H$; $R'' = CH^3$ | (XIV) $R' = H$; $R = CH^3$; $R'' = n.C^4H^9$ |
| (XI) $R' = H$; $R = R'' = CH^3$ | (XV) $R = H$; $R' = CH^3$; $R'' = C^6H^5$ |
| (XII) $R = H$; $R' = R'' = CH^3$ | (XVI) $R = H$; $R' = CH^3$; $R'' = n.C^4H^9$ |
| (XIII) $R = R' = H$; $R'' = C^6H^5$ | (XVII) $R = H$; $R' = CH^3$; $R'' = \alpha.C^{10}H^7$ |

1.6.10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazines (XI) et (XII), la méthyl-1.phényl-10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazine (XIII), la diméthyl-1.7.*n*-butyl-10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazine (XIV), et les diméthyl-1.6-phényl-10-*n*-butyl-10, et α-naphtyl-10-dihydro-9.10-benzo-2.3-phénarsazines (XV), (XVI) et (XVII). Ce sont des corps incolores, mais présentant une forte tendance à l'halochromie et beaucoup moins toxiques que les substances chlorées dont ils dérivent.

Mode opératoire. — 1° *Préparation de* (II) : L'aldéhyde hydroxy-2.naphtoïque-α a été obtenu avec d'excellents rendements par la méthode de Fosse; il bout à 192° sous $27^{mm}$ et se conserve mal à l'air; on le réduit aussitôt par un grand excès de zinc amalgamé en milieu acéto-chlorhydrique. Après 48 heures de chauffage au reflux, on verse dans l'eau, épuise au benzène et traite comme d'ordinaire; (II) bout à 160° sous $10^{mm}$ (rendement : 40 %). 2° *N-Phényl-méthyl-1.naphtylamine-2* (IV) $C^{17}H^{15}N$ : $12^g$ de (II) sont chauffés à 200° pendant 7 heures avec $15^g$ d'aniline et quelques grains d'iode; le produit cherché ($5^g$) bout à 238° sous $12^{mm}$ et cristallise de l'éther de pétrole en aiguilles prismatiques incolores, F 98°, très solubles dans l'alcool et le benzène, et brunissant à l'air. 3° *N. m-tolyl-méthyl-1-naphtylamine-2* (V) $C^{18}H^{17}N$ : se sépare de la ligroïne en fines aiguilles incolores F 94-95°, très solubles dans le benzène, l'alcool, et distillant à 240° sous $12^{mm}$. 4° *N. p-tolyl-méthyl-1-naphtylamine-2* (VI) $C^{18}H^{17}N$ : touffes de cristaux aciculaires, incolores, brillantes, peu solubles dans l'alcool, solubles dans le benzène, F 123°, $É_{12}$ 244°, brunissant à l'air comme le corps précédent. 5° (VII) $C^{17}H^{13}NClAs$ : on chauffe quelques heures au reflux un mélange de $4^g$ de (IV), $3^g$ de $Cl^3As$ et $15^{cm^3}$ d'*o*-dichlorobenzène; par refroidissement, on a un précipité qui cristallise du xylène (peu soluble) en belles aiguilles jaune vif, brillantes, F 227-228° (décomp.) se dissolvant dans l'acide sulfurique en jaune vert. 6° (VIII) $C^{18}H^{15}NClAs$ : aiguilles jaune orangé, F 237° (décomp.) et se dissolvant en jaune verdâtre dans $SO^4H^2$. 7° (IX) $C^{18}H^{15}NClAs$ : aiguilles jaune orangé (du xylène, très peu soluble) F 233-235° (décomp.) se dissolvant en jaune verdâtre dans $SO^4H^2$. Le rendement est de 80 %, comme d'ailleurs dans les deux cas précédents. 8° (X) $C^{18}H^{16}NAs$ : on fait agir $1^g$ de (VII) finement pulvérisé sur trois équivalents de bromure de méthylmagnésium dans un grand excès d'éther : la mixture s'échauffe, et le dérivé chloré se dissout rapidement. On agite, chauffe encore une demi-heure au reflux, décompose la liqueur presque incolore par la glace et $ClNH^4$, sèche la couche éthérée, évapore le solvant, et recristallise plusieurs fois le résidu dans l'éther : Fins cristaux blanc jaunâtre ($0^g$,20) fondant à 124°, et se dissolvant dans $SO^4H^2$ en orangé. 9° (XI) $C^{19}H^{18}NAs$ : paillettes incolores (de l'éther) F. 139-140°, se dissolvant en orangé dans $SO^4H^2$. 10° (XII) $C^{19}H^{18}NAs$ : aiguilles jaune pâle (de l'éther, peu soluble) F 164-165°; rendement meilleur que dans les deux cas précédents. La solution sulfurique est orangé vif. 11° (XIII) $C^{23}H^{18}NAs$ : on fait agir sur $1^{mol}$ de (VII) $4^{mol}$ de bromure de phé-

nylmagnésium (la réaction est nettement moins facile qu'avec le bromure de méthylmagnésium). Paillettes incolores (de l'éther) F 149°, se dissolvant en jaune orangé dans $SO^4H^2$. 12° (XIV) $C^{23}H^{26}NAs$ : obtenu à partir de (IX) et du bromure de *n*-butylmagnésium; paillettes blanc jaunâtre, onctueuses, très solubles dans l'éther, F 72°. L'acide sulfurique dissout en rouge orangé. 13° (XV) $C^{24}H^{20}NAs$ : belles paillettes blanc jaunâtre, F 178° (de l'éther), se dissolvant en orangé dans $SO^4H^2$. 14° (XVI) $C^{23}H^{26}NAs$ : paillettes onctueuses jaunâtres, très solubles dans l'éther, F 88-89°, se dissolvant en rouge orangé dans $SO^4H^2$. 15° (XVII) $C^{28}H^{22}NAs$ : la réaction de (IX) avec le bromure de naphtyl-magnésium est plus laborieuse qu'avec les autres magnésiens. Cristaux jaune brillant (de l'éther, peu soluble) F 206°, se dissolvant dans l'acide sulfurique en brun orangé (l'addition d'eau produit une coloration rose). 16° *Acides arsiniques provenant de l'oxydation de* (VII), (VIII) *et* (IX) : ces corps, de formule générale $O = As(OH) > R$, ont été obtenus en traitant (VII), (VIII) et (IX) par le perhydrol acétique. Ce sont des poudres microcristallines jaunâtres, ne fondant pas, et donnant des sels assez peu solubles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'isothiosemicarbazide : les hydrazinothiazolinones.* Note de MM. **Pierre Chabrier** et **Louis Pallu**, présentée par M. Marcel Delépine.

Si les dérivés de la pseudoforme (I) de la thiourée ont déjà été décrits en

$$HS-C\begin{smallmatrix}\nearrow NH \\ \searrow NH^2\end{smallmatrix}, \quad HS-C\begin{smallmatrix}\nearrow NH \\ \searrow NH-NH^2\end{smallmatrix}, \quad HS-C\begin{smallmatrix}\nearrow NH^2 \\ \searrow N-NH^2\end{smallmatrix}$$

(I) (II) (III)

assez grand nombre, ceux de la pseudoforme (II) et (III) de la thiosemicarbazide sont peu connus.

A notre connaissance le seul dérivé alkylé connu (l'iodhydrate de S-méthylthiosemicarbazide) a été décrit en 1901 par Freund et Paradies ([1]).

L'objet de cette Note est de présenter une nouvelle série d'hétérocycles soufrés, les *hydrazinothiazolinones*, provenant de l'action des acides α-halogénés sur la thiosemicarbazide ou les thiosemicarbazones d'aldéhydes.

Si l'on fait agir à chaud en milieu alcoolique l'acide monochloracétique sur la thiosemicarbazide, on obtient après refroidissement un abondant précipité constitué par le mélange des deux composés (IV) et (V)

$$\left[CO^2H-CH^2-S-C\begin{smallmatrix}\nearrow NH \\ \searrow NH-NH^2\end{smallmatrix}\right]ClH \quad \text{(IV)} \qquad \text{et} \qquad NH^2-NH-C\begin{smallmatrix}=N \\ | \end{smallmatrix}\ \ \text{cycle : } C=N-CO-CH^2-S-C \quad \text{(V)}$$

dans la proportion de 3 parties du composé (IV) pour une partie du composé (V) environ.

Ces deux produits sont facilement séparés en traitant le mélange par l'eau, qui dissout seulement le composé (IV). On obtient des résultats voisins si, au

([1]) *Ber. d. chem. Ges.*, 34, 1901, p. 3114.

lieu d'engager l'acide monochloracétique, on utilise le monochloracétate de sodium, ou le monochloracétate d'éthyle. L'acide α-bromopropionique (VI) conduit à des résultats semblables et l'on obtient le composé (VII):

$$\underset{(VI)}{CH^3-CHBr-CO^2H} + S=C\begin{cases}NH^2\\NH-NH^2\end{cases} \rightarrow \underset{(VII)}{\begin{matrix}NH^2-NH-C=\!=\!=N\\ S \quad\quad CO \\ CH-CH^3\end{matrix}} + BrH + OH^2.$$

L'acide α-bromovalérianique ($C^3H^7.CHBr.CO^2H$) ne se fixe pas sur la thiosemicarbazide.

Propriétés. — Nous admettrons la numérotation conventionnelle

$$\begin{matrix}NH^2-NH-C_5=\!=\!=_1N\\ 7 \quad\quad 6 \quad\quad\quad\quad \\ S^4 \quad {}_3 \quad {}^2CO \\ CH(R)\end{matrix}$$

Les hydrazinothiazolinones obtenues ont un point de fusion élevé; elles sont très peu solubles dans l'eau bouillante et dans la plupart des solvants organiques ordinaires (alcool, acétone, sulfure de carbone, éther); elles se dissolvent aisément dans les acides concentrés, d'où elles reprécipitent par dilution; elles sont facilement solubles dans les alcalis et les carbonates alcalins, d'où l'on peut les reprécipiter par l'acide acétique.

Les hydrazinothiazolinones sont neutres aux indicateurs colorés (phtaléine du phénol). Les alcalis ou les carbonates alcalins les hydrolysent lentement à froid, plus rapidement à chaud, en conduisant aux composés (IV) solubles dans l'eau, qui, à leur tour, se cyclisent facilement à la température du bain-marie si l'on passe en milieu acide minéral. On a donc, suivant l'état du milieu, les réactions

$$\begin{matrix}NH^2-NH-C=\!=\!=N\\ S \quad\quad CO \\ CH(R)\end{matrix} \underset{\text{acide}}{\overset{\text{alcali}}{\rightleftarrows}} \begin{matrix}NH^2-NH-C=NH\\ \quad\quad\quad | \\ \quad\quad\quad S-CH^2-CO^2H.\end{matrix}$$

Les hydrazinothiazolinones se combinent aisément aux aldéhydes en milieu alcoolique ou carbonaté pour conduire à des hydrazones (VIII), que l'on obtient très facilement si l'on fait agir, en milieu alcoolique, un acide α-halogéné sur la thiosemicarbazone d'un aldéhyde :

$$\begin{matrix}R'.CH=N-NH-C=NH\\ | \\ SH\end{matrix} + \begin{matrix}HO-CO\\ | \\ ClCH.R\end{matrix} = \underset{(VIII).}{\begin{matrix}R'.CH=N-NH-C=N-CO\\ | \quad\quad | \\ S-\!\!-\!\!-CH.R\end{matrix}} + ClH + OH^2.$$

Les propriétés des hydrazinothiazolinones (neutralité au réactif coloré, groupement hydrazinique libre), coïncidant avec les résultats de l'analyse, justifient la formule proposée pour les représenter.

| | | F. | S %. trouvé. | S %. théorie. |
|---|---|---|---|---|
| $C^2H^3ON^3S$, | hydrazinothiazolinone (se décompose)....... | 350° | 26,62 | 26,89 |
| $C^9H^9ON^3S$, | benzylidène-7-hydrazinothiazolinone........ | 258 | 15,15 | 15,45 |
| $C^{10}H^{11}O^2N^3S$, | *para*-méthoxybenzylidène-7-hydrazinothiazolinone.............................. | 255 | 13,23 | 13,54 |
| $C^{12}H^{15}ON^3S$, | *para*-isopropylbenzylidène-7-hydrazinothiazolinone.............................. | 199 | 12,51 | 12,85 |
| $C^3H^7ON^3S$, | méthyl-3-hydrazinothiazolinone............. | 208 | 23,86 | 24,06 |
| $C^{10}H^{11}ON^3S$, | benzylidène-7-méthyl-3-hydrazinothiazolinone. | 231 | 14,36 | 14,48 |
| $C^{11}H^{13}O^2N^3S$, | *para*-méthoxybenzylidène-7-méthyl-3-hydrazinothiazolinone.......................... | 229 | 12,32 | 12,58 |
| $C^{13}H^{17}ON^3S$ | *para*-isopropylbenzylidène-7-méthyl-3-hydrazinothiazolinone.......................... | 187 | 11,87 | 12,16 |

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les racines aériennes de* Phalænopsis Schilleriana *Rchb.* Note de Mme **Roger Heim**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Les racines aériennes de *Phalænopsis Schilleriana* Rchb. se dirigent obliquement par rapport au sol dès leur sortie de la tige et se fixent solidement sur tout objet rencontré à condition que celui-ci soit rugueux (bois, terre cuite, grès etc.).

Des expériences effectuées à plusieurs reprises dans les serres du Muséum d'Histoire naturelle nous ont, en effet, montré que cette condition est indispensable : en plaçant au contact des jeunes racines, soit une plaque de verre à vitre, soit une feuille d'étain, et en suivant leur croissance pendant plusieurs semaines, nous n'avons observé aucun changement dans l'aspect extérieur de ces organes qui ont continué de s'allonger tout en restant cylindriques, sans adhérer au support. Par contre, les racines voisines du point d'insertion sur la tige, aussitôt après avoir touché les bords ou les parois du pot de terre poreuse contenant la plante, rampent à leur surface en s'y fixant fortement; en même temps, ces racines s'aplatissent, deviennent dorsiventrales et prennent ainsi l'aspect d'un ruban intimement accolé au substratum.

Dans la présente Note nous exposerons les modifications que les divers tissus subissent dans les racines aplaties, ainsi que le moyen par lequel ces racines se fixent sur les objets rugueux rencontrés.

En comparant la région supérieure et inférieure d'une coupe transversale effectuée dans une racine aplatie, on est frappé par les modifications des tissus de revêtement et de l'écorce. Par contre, le cylindre central conserve la même structure et le même contour cylindrique que dans les racines non aplaties.

*Voile.* — Chez les Orchidées épiphytes, l'absorption de l'eau est assurée par les racines : celles-ci condensent l'humidité de l'air et c'est le voile qui assume

le rôle de condensation de la vapeur pour les besoins de la plante. Or c'est surtout dans ce tissu que, dans les racines dorsiventrales, nous trouvons les caractères qui marquent la différence entre les deux faces : d'abord, par les modifications des membranes cellulaires, ensuite par l'apparition de poils qui font complètement défaut dans les racines libres.

Dans la partie dorsale des racines de *Phalænospsis Schilleriana*, le voile est composé de deux assises de cellules dissemblables : l'assise externe constituée de cellules à parois minces, ornées d'épaississements sous forme de bandes spiralées tandis que, dans l'assise interne, les éléments constitutifs sont plus courts et ont leurs parois uniformément épaissies et dépourvues d'ornementations.

Au niveau de la face inférieure, ventrale, de la racine, les cellules du voile interne changent d'aspect : elles s'allongent beaucoup, parfois deux ou même trois fois plus que les cellules externes et acquièrent la même structure que ces dernières, c'est-à-dire que leur membrane devient mince et s'orne de spires épaisses.

La transition graduelle entre les caractères anatomiques de ces deux sortes de membranes a lieu dans les parties latérales de la racine aplatie où les cellules possèdent des spires peu distinctes, comme E. de Jancsewski [1] l'a signalé dans d'autres Orchidées à racines dorsiventrales.

D'autre part, dans cette même région ventrale, les cellules du voile externe, constitué *d'utricules spongieuses* [2], se prolongent en poils unicellulaires simples ou ramifiés. La membrane de ces poils est munie d'épaississements spiralés de même nature que ceux du voile. Il s'agit d'une transformation de la membrane initiale cellulosique en cutine qui reste insoluble dans le réactif de Schweizer et se colore par le Soudan et la chrysoïdine. Le rôle de ces spires est de donner plus de rigidité aux poils destinés à se fixer comme des crampons dans les porosités du support.

*Tissu subéreux.* — Il est sous-jacent au voile et constitué de cellules à membranes épaissies en fer à cheval comme dans un endoderme (endoderme externe de Oudemans). Dans les racines dorsiventrales de *Phalænopsis*, l'épaississement de ces membranes n'est pas le même dans les deux faces : très épaisses ($9$ à $10^{\mu}$) dans la face dorsale, les membranes s'amincissent presque de moitié ($4$ à $6^{\mu}$) dans la face ventrale. La différence entre l'épaisseur de ces membranes est surtout visible lorsqu'on emploie la phloroglucine alcoolique en présence d'acide chlorhydrique concentré, car ces membranes, en réalité lignifiées et non subéreuses, prennent une belle couleur rouge vif.

*Écorce.* — Les cellules du parenchyme cortical latéral s'allongent à la fois

---

(1) *Ann. Sc. Nat.*, 7e série, 2, 1885, pp. 55-81.

(2) A. Chatin, *Mém. de la Soc. imp. des Sc. de Cherbourg*, 4, 1856, pp. 5-18.

longitudinalement et radialement, de manière à occuper une plus grande surface de contact avec le support. En même temps, dans la moitié ventrale de la racine, l'allongement des cellules sous-jacentes du voile a lieu d'une manière à la fois longitudinale et tangentielle. Au contraire, dans la moitié dorsale, convexe, de la racine, les cellules ne grandissent que dans le sens longitudinal et présentent une section circulaire.

Il serait intéressant de rechercher le déterminisme de ces changements dans la polarité de l'allongement suivant les différentes parties de la racine.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action simultanée du phényluréthane et de la colchicine sur les méristèmes radiculaires d'*Allium Cepa *L.* Note de M. **Guy Deysson**, présentée par M. René Souèges.

Nous avons précisé [1] le seuil d'action de la colchicine, décrit le mode d'action du phényluréthane sur les processus cinétiques et montré que les phénomènes provoqués respectivement par les deux substances ne sont pas exactement superposables. Nous nous proposons d'étudier ici l'effet, sur les racines d'*Allium Cepa* L., d'un traitement simultané par des doses faibles de ces deux agents. Nos expériences ont été conduites de la manière habituelle, sur liquide de Knop dilué au demi et en renouvelant chaque jour les solutions.

Dans un premier cas, nous avons fait agir les deux substances à des taux correspondant à leur seuil d'action. Un bulbe d'*Allium* pourvu de racines de 1 à 2$^{cm}$ a été sectionné en trois, de façon à fournir des lots de racines exactement comparables; une fraction a été placée sur solution saturée de phényluréthane diluée au 1/15, la seconde sur milieu colchiciné à 0$^{g}$,005 $^{0}/_{0}$, et la troisième sur milieu contenant à la fois colchicine et phényluréthane aux doses précédentes. L'expérience a duré 9 jours; l'allongement d'un certain nombre de racines a été noté et l'on a construit des courbes avec la moyenne des résultats obtenus dans chaque cas.

Les racines soumises à l'action de la colchicine se sont tuméfiées au bout de 48 heures; puis l'allongement a continué, se traduisant par des intumescences allongées ou en chapelet. Les racines soumises à l'action du phényluréthane ne se sont pas tuméfiées; leur allongement, identique à celui du lot précédent pendant les 4 premiers jours, a complètement cessé au bout de 5 à 6 jours. Enfin les racines traitées simultanément par les deux corps étaient toutes tuméfiées dès le premier jour; les jours suivants on a constaté d'une part que l'allongement des racines ainsi que la grosseur des tumeurs ont toujours été inférieurs à ce que l'on a observé sur milieu colchiciné, et d'autre part que

(1) *Comptes rendus*, 219, 1944, pp. 289 et 366.

l'allongement a continué, bien que plus faiblement, après le cinquième jour. L'examen cytologique a montré que, sur milieu colchiciné, les cinèses normales ont persisté à côté des stathmocinèses apparues le deuxième jour et qu'au bout de 7 jours elles étaient encore à peu près en nombre égal; sur le milieu additionné de phényluréthane, on notait au bout de 24 heures de nombreuses cinèses normales, quelques stathmocinèses, plusieurs anaphases à fuseau tripolaire; le quatrième jour, les cinèses, devenues très rares, étaient encore normales pour la plupart; enfin, le septième jour, plusieurs racines étaient déjà mortes. Chez les racines traitées simultanément par les deux corps, les stathmocinèses étaient déjà nombreuses au bout de 24 heures ainsi que les diverses anomalies résultant de l'action du phényluréthane; les jours suivants, la proportion des stathmocinèses par rapport aux cinèses normales a continué à paraître plus élevée que dans le cas du simple traitement colchiciné; enfin, aucune racine n'était morte le neuvième jour.

Une expérience du même type a été faite en utilisant cette fois des doses inférieures au seuil, à savoir une solution saturée de phényluréthane diluée au 1/25 et une solution de colchicine à $0^{g},002\ ^{0}/_{0}$. Sur milieu colchiciné, l'allongement s'est toujours poursuivi normalement et l'on n'a jamais observé d'anomalies cinétiques. Pour les racines soumises à l'action du phényluréthane, l'allongement a été nettement plus faible; on a constaté l'apparition de stathmocinèses à partir du troisième jour, mais celles-ci ont toujours été en très petit nombre. Enfin, pour les racines soumises simultanément à l'action des deux corps, l'allongement, intermédiaire entre les deux cas précédents pendant les premiers jours, est devenu nettement plus faible vers le sixième ou septième jour; on a observé quelques intumescences, contrairement aux deux cas précédents, et les stathmocinèses apparues vers le deuxième jour sont devenues assez nombreuses les jours suivants.

En résumé,

1° Le phényluréthane provoque normalement la mort rapide de la racine, contrairement à la colchicine. En présence de cette dernière, la toxicité du phényluréthane s'est montrée dans certaines expériences diminuée et, en tous cas, jamais augmentée.

2° La colchicine provoque beaucoup plus rapidement et plus fortement que le phényluréthane la tuméfaction des racines. En présence des deux substances, la tuméfaction est plus précoce et moins marquée; pour des doses inférieures aux seuils d'action de chacune d'elles, il se manifeste pourtant une légère tuméfaction.

3° Le nombre total des cinèses, normales et aberrantes, est diminué, par rapport aux témoins colchicinés, par la présence du phényluréthane (action mitodépressive).

4° En ce qui concerne les stathmocinèses, et par rapport aux témoins col-

chicinés, leur proportion est augmentée par la présence de phényluréthane. En ce qui concerne les autres anomalies du processus caryocinétique, toujours très rares après action de la colchicine, elles sont, lorsque les deux substances agissent simultanément, au moins aussi nombreuses qu'après action du phényluréthane seul.

Ces phénomènes, d'interprétation délicate, peuvent, nous semble-t-il, s'expliquer facilement si l'on distingue nettement l'action mitoclasique (plus marquée pour la colchicine), de l'action mitodépressive (nulle ici pour la colchicine et bien nette pour le phényluréthane). Dans ces conditions les actions mitoclasiques des deux substances s'additionneraient (les stathmocinèses sont plus nombreuses, favorisant la tuméfaction); d'autre part, l'action mitodépressive du phényluréthane serait atténuée par la présence de la colchicine, d'où l'apparition d'états intermédiaires entre ceux qui résultent de l'action de l'une ou l'autre des substances employée seule.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Évanouissement et pollinisation de la fleur du Baobab.* Note de M. **Paul Jæger**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Le Baobab (*Adansonia digitata* L., Bombacées) fleurit pendant la saison des pluies (observations faites au Sénégal et au Soudan en 1943-44). A Dakar la floraison débute dans la deuxième moitié du mois de juin; elle se poursuit jusqu'en août-septembre; les fruits mûrissent en janvier-février, pendant la saison sèche. Les fleurs s'épanouissent dès la tombée de la nuit, vers 21 heures au mois de juillet. Boutons floraux et fleurs épanouies pendent librement dans l'air au bout de pédoncules longs d'environ 50$^{cm}$, organes dont nous préciserons plus tard la valeur morphologique. Dans le bouton floral, sépales et pétales sont donc franchement orientés vers le bas. Dès la nuit tombante les cinq sépales, à préfloraison valvaire, commencent à se séparer et à s'enrouler vers le haut, montrant leur face interne. Quand ces organes sont environ à mi-chemin de leur course, les cinq pétales, à préfloraison tordue, plissés et chiffonnés dans le bouton floral, commencent à se déplisser et à prendre une position d'abord sub-horizontale : les mouvements sont assez rapides pour être suivis à l'œil nu. A partir de ce moment les pétales subissent un mouvement ascendant plus lent mais continu et, environ 15 à 20 minutes après le début du phénomène, les mouvements d'épanouissement de la fleur sont terminés. Les pétales sont alors franchement dressés vers le haut, cachant le calice. Le tube staminal, dans l'axe du pédoncule, est dirigé vers le bas; il se résout à son extrémité inférieure en une infinité d'étamines dont les filets, ascendants ou à position sub-horizontale, constituent une sorte de couronne à une certaine distance au-dessous de la corolle. Le tube staminal livre passage au style. Ce dernier

comporte une portion basale cheminant dans l'axe du tube staminal et une portion distale rebroussée vers le haut, faisant avec la première un angle aigu amenant le stigmate à un niveau dominant celui des anthères.

Au moment de l'épanouissement, la fleur est d'un blanc éclatant (face interne des pétales); elle exhale une odeur peu agréable. Dès le lendemain la fleur perd son éclat, elle se flétrit vers la fin de la journée et, le plus souvent, corolle, tube staminal et étamines, qui sont d'une pièce, tombent au cours de la deuxième nuit, glissant le long du style devenu flasque. Les sépales perdent peu à peu leur turgescence et couvriront le jeune ovaire en voie de maturation. A peine épanouies les fleurs du Baobab sont visitées, d'une façon assidue, par des chauves-souris (*Eidolon helvum* Kerr) (Th. Monod, *determinavit*). Ces animaux s'accrochent à la fleur en enfonçant leurs griffes dans les pétales. Les tissus de la corolle étant riches en tanins ($FeCl^3$; $Cr^2O^7K^2$); les traces laissées par les visiteurs nocturnes se reconnaissent le lendemain matin à leur teinte brunâtre (oxydation des tanins). Le laps de temps pendant lequel ces animaux restent agrippés à la fleur est généralement assez court; le maximum observé ne dépasse pas une vingtaine de secondes.

La fleur du Baobab sécrète un liquide clair, de saveur sucrée et d'emblée réducteur. Ce liquide se collecte à la base des pétales dans le sillon annulaire formé par le rebroussement de ces organes vers le haut. Les Chauves-souris, on le sait, sont très friandes de fruits et de jus sucrés, et nous pensons que c'est ce liquide qu'elles viennent chercher. D'ailleurs les fleurs ayant subi l'ablation du tube staminal sont visitées d'une façon aussi assidue que les fleurs intactes. Ce faisant, les Chauves-souris se couvrent de pollen et, en frôlant le stigmate, en assurent la pollinisation. Nous avons comparé des stigmates de fleurs vierges venant de s'épanouir à des stigmates de fleurs ouvertes depuis peu, mais ayant été visitées à plusieurs reprises. Les papilles stigmatiques des premières sont pratiquement dépourvues de pollen, celles des secondes en comportent déjà des quantités notables (les anthères entrent en déhiscence au cours de l'après-midi, plusieurs heures avant l'épanouissement de la fleur). L'examen de plusieurs individus d'*Eidolon* nous a permis de constater la présence de grandes quantités de pollen de Baobab dans le feutrage des poils des faces ventrale et dorsale, sur les ailes et dans le contenu stomacal.

Le moindre choc contre le pédoncule floral ou le tube staminal suffit pour faire tomber de la fleur une véritable poussière de pollen, dont une partie est susceptible d'être interceptée dans sa chute par des papilles stigmatiques, dont le développement est considérable. Ce même phénomène est provoqué par la visite des Chéiroptères ou les courants atmosphériques. Les Chauves-souris ne sont donc pas les seuls agents se chargeant de la pollinisation du Baobab.

*Origine du liquide sucré.* — Une fleur dont on a réséqué les sépales ne produira plus de liquide sucré. La face interne d'un sépale comporte une région supérieure jaune clair

et une région inférieure, moins étendue, d'un brun jaunâtre chatoyant. Ces deux régions sont recouvertes de poils tecteurs appliqués contre le sépale et orientés de bas en haut. Au niveau de la région inférieure, on voit perler des gouttelettes possédant une saveur sucrée. En coupe transversale la région inférieure montre un épiderme fortement plissé supportant des poils tecteurs unicellulaires à membrane épaisse, longs d'environ $1^{mm}$ et, en nombre considérable, des poils sécréteurs pluricellulaires à membrane fine, dressés, serrés les uns contre les autres et d'environ $200^{\mu}$ de long. Les cellules apicales de ces poils sécréteurs possèdent un cytoplasme dense et un noyau volumineux. La zone sous-jacente, examinée avant l'épanouissement de la fleur, se montre riche en amidon; le lendemain matin on constate que cet amidon a disparu pour la plus grande partie.

La fleur du Baobab se caractérise ainsi : 1° la plupart des pièces florales (sépales, pétales, étamines, style), obéissant à un géotropisme négatif, se redressent vers le haut; 2° cette fleur présente à la fois une adaptation à la pollinisation zoophile (taille, nectar, odeur...) et à la polinisation anémophile (pollen sec, abondant, papilles stigmatiques très développées...).

HYDROBIOLOGIE. — *La membrane biologique des filtres à sable submergé. Membrane de printemps.* Note de M. **Jacques Wautier**, présentée par M. Maurice Caullery.

Pendant longtemps on s'est adressé exclusivement aux eaux de source pour l'alimentation des villes en eau potable. Puis les besoins toujours croissants obligèrent à faire appel aux eaux de surface, dont il fallut envisager la purification.

Depuis Simpson, l'épuration des grandes masses d'eau se fait par filtration à travers le sable. Dans la filtration lente, à sable submergé, l'eau circule dans de vastes bassins, à travers une épaisse couche de sable constamment noyée.

Lorsqu'un filtre est neuf, ou qu'il vient d'être nettoyé, l'analyse bactériologique de l'effluent révèle qu'au début son pouvoir de rétention vis-à-vis des germes est faible (Fraenkel et Piefke 1871-1890, Plagge et Proskauer 1887, Kemma 1899-1905). C'est seulement après quelques jours que l'épuration atteint sa valeur normale. Le débit du filtre diminue peu à peu, en même temps que les particules et les organismes véhiculés par l'eau se déposent à la surface du sable et que ces derniers y prolifèrent activement. Il en résulte la formation d'une pellicule complexe, la *membrane biologique* (*filtering skin*, ou *film*, des auteurs anglais, *Schmutzdecke* des auteurs allemands), dont l'importance et le rôle n'ont pas été également admis par tous les hygiénistes (Frankland, Kemma, Pennink, Puech).

L'étude descriptive de la membrane a été entreprise de manière assez succincte par Strohmeyer à Hambourg (1897) et par Van Heurck et Kemma à

Anvers (1899). Ce dernier auteur représente cette membrane comme un ensemble d'algues vertes et bleues, dont les filaments sont entrelacés en un feutrage avec, dans les mailles, d'innombrables diatomées et des zooglées, le tout étant criblé de microbes.

La présente Note a pour objet la relation sommaire des premiers faits que j'ai observés, au printemps dernier, relativement à la structure et au peuplement de la membrane biologique. Le filtre examiné est le n° 31 de la station d'Ivry-sur-Seine. Ce bassin a été remis en service le 8 mai, après nettoyage, et fonctionnait donc depuis 31 jours lors des prélèvements le 7 juin.

La membrane se composait :

1° d'une couche supérieure, ou zone superficielle, d'un encombrement notable (10 à 15$^{cm}$ d'épaisseur), de texture lâche, ne présentant que des liens fragiles avec le substrat ;

2° d'une couche inférieure, ou zone profonde, de faible épaisseur (3 à 5$^{mm}$), de texture serrée étroitement liée au sable sous-jacent.

La zone superficielle possédait une structure en réseau, constituée essentiellement par des filaments coloniaux de la diatomée *Melosira varians* Ag. entrelacés. Ceux-ci enserraient, dans les mailles, des bulles d'oxygène et présentaient des amas de particules organiques et minérales, agglutinées aux nœuds du réseau. Par places, cette disposition était remplacée par des touffes de *Spirogyra tenuissima* Kütz.

La zone à *Melosira* était ainsi constituée :

Bacillariales.

| | % |
|---|---|
| *Melosira varians* Ag. | 95,5 |
| *Fragilaria capucina* var. *constricta* Gr. | 2,8 |
| *Synedra ulna* Ehr. | 1,5 |
| *Diatoma elongatum* Ag. | 0,2 |

Quelques espèces animales ont été rencontrées dans cet ensemble.

Pour 200 *Melosira* il y avait :

| | | |
|---|---|---|
| Ciliés, | *Stylonychia mytilus* Ehr. | 2 |
| Rotifères, | *Colurella uncinato* O. F. Müller | 1 |
| « | *Dinocharis pocillum* O. F. Müller | 2 |
| « | *Anurea cochlearis* Gos. | 1 |
| Oligochètes, | *Ælosoma Hemprichi* Ehr. | 3 |
| Ostracodes, | *Cypris* O. F. Müller species | 1 |

J'ai reconnu que, lors de l'établissement de la zone profonde, les organismes qui la composent ne se développent pas directement sur le sable, mais sur une pellicule, constituée par les particules diverses, apportées par l'eau et sédimentées.

Il en résulte la formation d'un ensemble complexe, ou zone profonde, com-

prenant un dépôt organominéral et la population développée au sein de ce milieu. Cette dernière sera seule examinée ici. Elle forme une croûte brune, de texture finement feutrée, assez cohérente, rappelant par son aspect le thalle d'un lichen foliacé.

Voici quel a été le résultat de l'analyse microscopique de cette zone :

Bacillariales.

| | % |
|---|---|
| *Melosira varians* Ag. | 54,7 |
| *Fragilaria capucina* var. constricta Gr. | 42,2 |
| *Synedra ulna* Ehr. | 1,1 |
| *Nitzchia linearis* W. Sm. | 0.4 |
| *Gyrosigma Spenceri* W. Sm. | 0,2 |
| *Cymatopleura solea* Bréb. | 0,1 |

Chlorococcales.

| | % |
|---|---|
| *Chlorella* B. species | 1,1 |
| *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. | 0,1 |
| *Pediastrum boryanum* (Turp.) Bréb. | 0,1 |

La population animale se composait, pour 340 *Melosira*, de :

| | | |
|---|---|---|
| Rhizopodes, | *Amœba guttula*, | 1 |
| Flagellés, | *Bodo* species | 3 |
| Ciliés, | *Stylonichya mytilus* | 3 |
| | *Euplotes patella* Ehr. | 5 |
| Copépodes, | *Canthocamptus horridus* Fisch. | 1 |

Les bactéries diverses qui pullulent dans la membrane nécessitent, en raison de l'importance de leur rôle dans la vie de cette membrane, une étude spéciale. Elles ne seront pas envisagées ici.

En résumé, j'ai distingué, dans cette membrane de printemps, une couche superficielle de structure lâche et une couche profonde de structure serrée comprenant un substrat organominéral et la population de celui-ci. J'ai ensuite donné la liste des espèces constituant ces populations. On remarque que, dans chacune des deux zones, les diatomées forment la masse principale, avec une ou deux espèces nettement prédominantes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La sulfure-oxydase des Vertébrés supérieurs.* Note de M. **Meg. der Garabedian**, présentée par M. Maurice Javillier.

Nous avons montré l'existence, dans le rein et le foie des Vertébrés supérieurs, d'un système biologique oxydant les sulfures en thiosulfates [1]. Ce système

(1) M. der Garabedian et Cl. Fromageot, *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 216; M. der Garabedian, *Thèse Sc. Nat.*, Paris, 1944; *C. R. Soc. Biol.*, **138**, 1944, p. 399; *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **26**, 1944, p. 409.

est intracellulaire, existe dans la plupart des tissus des espèces explorées (Rat, Lapin, Chien, Bovidés, Ovidés) et est absent, par contre, des milieux liquides comme le sang, l'urine et la bile (²).

Ce système présente un certain nombre de caractères qui permettent de lui attribuer une nature enzymatique.

Les conditions expérimentales sont les mêmes que celles décrites antérieurement : incubation en aérobiose en tampon phosphaté à pH 7,2; température 38°C.; substrat, solution de $SNa^2.9H^2O = 2400^\gamma$ de $S^=$ par essai. Les résultats sont exprimés en γ de S de $S^2O^{3=}$ pour le temps d'incubation indiqué, quantité d'où a été défalqué le taux de $S^2O^{3=}$ produit en l'absence de système biologique dans les mêmes conditions physicochimiques.

1° *Solubilité dans les solutions salines*. — Les conditions de son extraction en témoignent. Une même quantité de foie ($1^g$) extraite par différentes solutions salines donne des préparations d'activité comparable :

| Milieu d'extraction. | pH. | S de $S^2O^3$ formé (γ). |
|---|---|---|
| Tampon phosphaté | 7,2 | 600 |
| » boraté | 7,2 | 400 |
| Solution NaCl 9 ‰ | — | 400 |

2° *Précipitabilité par l'alcool*. — L'éthanol précipite le système actif de ses solutions salines. Pour des extraits en tampon phosphaté, des concentrations croissantes d'alcool font passer dans la fraction précipitée des taux de substance active de plus en plus importants. Un extrait de foie de Lapin correspondant à $1^g$ d'organe frais, donnant avant précipitation et en 30 minutes de réaction $670^\gamma$ de S de $S^2O^{3=}$, montre les valeurs suivantes :

| Volume d'éthanol ajouté à $1^{vol}$ d'extrait... | 1. | 2. | 3. | 5. |
|---|---|---|---|---|
| S de $S^2O^3$ formé (γ) | 40 | 295 | 450 | 485 |
| Taux précipité % | 0,06 | 0,44 | 0,67 | 0,72 |

Le précipité alcoolique permet d'ailleurs, après élution, d'éliminer une importante fraction inactive ce qui augmente notablement l'activité relative des extraits.

3° *Non-dialysabilité*. — La dialyse pendant 48 heures à travers un sac de cellophane à pores très fines, contre de l'eau bidistillée, a donné comme résultat :

| Extrait | non dialysé. | après dialyse. |
|---|---|---|
| S de $S^2O^{3=}$ formé (γ) | 900 | 1100 |

4° *Action destructrice de la chaleur*. — Étudiée en fonction du temps de chauffage, au bain-marie bouillant, sur différentes préparations (extrait en tampon phosphaté, extrait purifié par précipitation à l'éthanol) :

(²) M. DER GARABEDIAN et P. GONNARD, *C. R. Soc. Biol.*, 139, 1945 (sous presse).

| Temps de chauffage à 100° (heure). | S de $S^2O^{3=}$ produit en 1 heure d'incubation. Extrait en tampon phosphaté (γ). | Extrait purifié à l'éthanol (γ). |
|---|---|---|
| 0 | 545 | 550 |
| 1 | 545 | 520 |
| 2 | 545 | 520 |
| 3 | 290 | 330 |
| 4 | 290 | 230 |
| 6 | 290 | 230 |

L'inactivation par la chaleur, entre les deuxième et troisième heures, ne semble guère modifiée par le traitement à l'alcool. Nous recherchons actuellement si l'activité de la fraction thermolabile et celle de la fraction thermostable sont dues ou non à des substances actives identiques.

L'ensemble du système est en tout cas de nature organique, car son incinération réduit à néant son pouvoir oxydant.

| | Extrait non traité. | Solution des cendres. |
|---|---|---|
| S de $S^2O^{3=}$ en 30 minutes (γ) | 1075 | 25 |

5° pH *optimum*. — Mis en évidence sur un extrait de foie de Chien en tampon phosphaté :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | 5,4 | 6,4 | 7,2 | 7,8 | 8,4 |
| S de $S^2O^{3=}$ formé en 30 minutes (γ) | 630 | 630 | 750 | 380 | 290 |

6° *Température d'action optimum*. — Étudiée sur un extrait de foie de Chien en tampon phosphaté :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Température (°C.) | 15 | 27 | 38 | 45 | 55 | 65 | 85 |
| S de $S^2O^3$ formé en 30 minutes (γ) | 110 | 225 | 645 | 710 | 200 | 170 | 170 |

7° *Loi logarithmique de l'oxydation de* $S^=$ *en* $S^2O^{3=}$ *en fonction de concentrations croissantes de système actif*. — Recherchée sur un broyat de foie de Rat, elle nous a fourni les résultats suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Broyat de foie (mg pds sec.) | 107. | 212. | 432. |
| S de $S^2O^3$ oxydé (γ) | 305 | 550 | 740 |
| $Q_{S^2O^{3=}}$ (*) | 5,7 | 5,2 | 3,4 |

(*) $Q_{S^2O^{3=}}$ correspond au nombre de γ de S de $S^2O^{3=}$ produit par milligramme de système actif et par heure.

Nous avons là un faisceau d'arguments qui nous paraît suffisant pour envisager le système oxydant, que nous dénommerons *sulfure-oxydase*, comme étant de nature enzymatique.

A $15^h 45^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

## COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Antonin Gosset* :

*En première ligne*.............. M. **Henri Hartmann**.
*En seconde ligne*, ex æquo *par* *ordre alphabétique*........... MM. **Maurice Chevassu**, **René Leriche**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la prochaine séance publique.

La séance est levée à $17^h$.

A. Lx.

---

*ERRATA.*

(Séance du 6 novembre 1944.)

Note de MM. *Henri Fournier* et *Jean-Jacques Trillat*, Étude aux rayons X de certains caoutchoucs de synthèse : cas des polychloroprènes :

Page 447, ligne 2, *au lieu de* M. Henri Fournier, *lire* M. Maurice Fournier.